

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-261644
(43)Date of publication of application : 11.10.1996

(51)Int.Cl. F25J 3/04
F25J 3/04

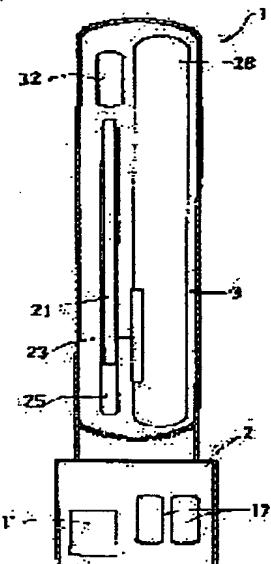
(21)Application number : 07-064491 (71)Applicant : DAIDO HÖXAN INC
(22)Date of filing : 23.03.1995 (72)Inventor : YOSHINO AKIRA

(54) APPARATUS FOR PRODUCING HIGH-PURITY NITROGEN GAS

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a producing apparatus of high-purity nitrogen gas which makes it possible to narrow an installation space greatly and to make a heat exchanger small in size.

CONSTITUTION: This apparatus is equipped with an air compressor 11, adsorption towers 17, first and second heat exchangers 21 and 23, a fractionator 25, a partial condenser 32, a guide pipe guiding liquid air in the partial condenser 32, as a cold source for cooling compressed air, to the second heat exchanger 23, a liquid nitrogen storage tank 28 and an introducing pipe. A gas producing tower 1 made up of a lower chamber 2 and an upper vacuum chamber 3 formed to be long longitudinally is provided, while the liquid nitrogen storage tank 28, the fractionator 25 and both of the heat exchangers 21 and 23 are formed to be long longitudinally, and the air compressor 11 and the adsorption tower 17 are held in the lower chamber 2, while the liquid nitrogen storage tank 28, the fractionator 25, the two heat exchangers 21 and 23 and the introducing pipe are held in the upper vacuum chamber 3.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.03.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3526648

[Date of registration] 27.02.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-261644

(43)公開日 平成8年(1996)10月11日

(51) Int.Cl. ⁹ F 25 J 3/04	識別記号 103	序内整理番号 9344-4D	F I F 25 J 3/04	技術表示箇所 103 D
--	-------------	-------------------	--------------------	-----------------

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全9頁)

(21)出願番号 特願平7-64491
(22)出願日 平成7年(1995)3月23日

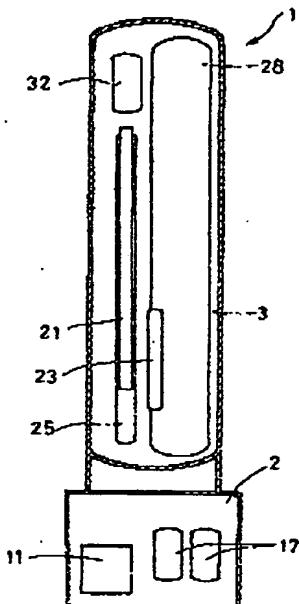
(71)出願人 000126115
大同ほくさん株式会社
北海道札幌市中央区北3条西1丁目2番地
(72)発明者 古野 明
大阪府大阪狭山市西山台2丁目90番13号
(74)代理人 弁理士 西藤 征彦

(54)【発明の名称】 高純度空素ガス製造装置

(57)【要約】

【目的】設置スペースを大幅に狭くすることができ、かつ熱交換器を小形化することのできる高純度空素ガス製造装置を提供する。

【構成】空気圧縮機11と吸着塔17と第1、第2の熱交換器21、23と精留塔25と分離器32と、分離器32内の液体空気を圧縮空気冷却用の寒冷源として第2の熱交換器23に案内する案内パイプと、液体空素貯槽28と導入パイプを備え、下部室2と縦長に形成された上部真空室3からなるガス製造塔1を設け、液体空素貯槽28と精留塔25と両熱交換器21、23を縦長に形成し、下部室2に空気圧縮機11と吸着塔17を収容し、上部真空室3に液体空素貯槽28と精留塔25と両熱交換器21、23と導入パイプを収容している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 外部より取り入れた空気を圧縮する空気圧縮手段と、この空気圧縮手段によって圧縮された圧縮空気中の炭酸ガスと水とを除去する除去手段と、この除去手段を経た圧縮空気を超低温により冷却する第1および第2の熱交換器と、上記除去手段を経た圧縮空気を第1の熱交換器に導入する導入路と、この導入路から分岐しこの導入路内の圧縮空気の一部を第2の熱交換器に導入する分岐路と、上記両熱交換を経由し超低温に冷却され合流された圧縮空気の一部を液化して内部に溜め空素のみを気体として保持する精留塔と、この精留塔の上部側に溜めさせた空素ガスの一部を製品空素ガスとして取出す空素ガス取出路と、上記精留塔の上部に設けられた凝縮器内底型の分離器と、上記精留塔と上記凝縮器とを連通する還流路と、上記精留塔の底部の貯留液体空気を凝縮器冷却用の寒冷源として上記分離器に送給する供給路と、上記分離器内の液体空気を圧縮空気冷却用の寒冷源として上記第2の熱交換器に案内する案内路と、液体空素を貯蔵する液体空素貯蔵手段と、この液体空素貯蔵手段内の液体空素を圧縮空気液化用の寒冷源として上記精留塔に導く液体空素導入路を備え、縦長に形成された上部真空室とその下側に設けられた下部室とからなるガス製造塔を設け、上記液体空素貯蔵手段と精留塔と両熱交換器をそれぞれ縦長に形成し、上記下部室に上記空気圧縮手段と除去手段を収容し、上記上部真空室に上記液体空素貯蔵手段と精留塔と両熱交換器を収容したことを特徴とする高純度空素ガス製造装置。

【請求項2】 上部真空室に、断熱材としてパーライトが充填されている請求項1記載の高純度空素ガス製造装置。

【請求項3】 液体空素貯蔵手段に第2の熱交換器が近接して配設されている請求項1記載の高純度空素ガス製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、高純度空素ガス製造装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来の空素ガスの製造装置は、空気圧縮機で圧縮され吸着塔で不純ガス分除去された圧縮空気を熱交換するための熱交換器の冷媒の冷却用に、膨脹タービンを用い、これを精留塔内に溜る液体空気（深冷液化分離により低沸点の空素はガスとして取り出され、残部が酸素リッチな液体空気となって溜る）から蒸発したガスの圧力で駆動するようになっている。ところが、膨脹タービンは回転速度が極めて大（数万回/分）であり、負荷変動に対する追従運転が困難であり、特別に養成した運転員が必要である。また、このものは高速回転するため機械構造上高精度が要求され、かつ高価であり、機構が複雑なため特別に養成した保全要員が必要という難

点を有している。すなわち、膨脹タービンは高速回転部を有するため、上記のような諸問題を生じるのであり、このような高速回転部を有する膨脹タービンの除去に対して強い要望があった。

【0003】 このような要望に対して、この発明者は、膨脹タービンの発生寒冷に代え、液体空素貯蔵タンクから精留塔に対して液体空素を寒冷として供給する高純度空素ガス製造装置を提案している（特願昭59-4123号）。この装置は、上記液体空素貯蔵槽がバックアップラインの液体空素源ともなっていることから、従来のバックアップ源が精留塔等に対する保全作業の容易化等を考慮して、精留塔とは別置されているという技術常識に従って、液体空素貯蔵槽を精留塔とは別置にしている。しかし、この装置では、液体空素貯蔵槽に貯留されている液体空素の気化物が上記貯蔵槽の上部から大気中に放出されるため、ロスが多い。また、精留塔に対する真空断熱と、液体空素貯蔵槽に対する真空断熱とをそれぞれ分けて行う必要があることから、設置作業が煩雑になるとともに、設置場所も広くなるという難点がある。さらに、精留塔と液体空素貯蔵槽とを連絡する配管として真空断熱配管を用いる必要がある。

【0004】 そこで、この発明者は、精留塔と液体空素貯蔵槽とは別個に設置されるものという従来の技術常識を打破すると同時に、設置作業の簡略化、設置スペースの狭小化および構造の簡単化を図るものとして、図13に示すような高純度空素ガス製造装置を提案している（特願昭60-299434号）。この装置では、1つの真空保冷函80内に、精留塔81と、液体空素貯蔵槽82と、上下に2分割された熱交換器83、84と、精留塔81と液体空素貯蔵槽82を連絡する配管（液体空素導入通路）85と一緒に収容するようしている。これにより、全体のスペースが小さくてすむという効果を奏するうえ、各別に断熱材を用いて保冷するという手間が不要となる。また、従来、精留塔81と液体空素貯蔵槽82を連絡していた真空断熱配管が不要となることから、装置全体の構造が簡単になるとともに、設備費も少なくてすむようになる。そうのえ、装置を停止状態からスタートアップさせる時に、液体空素貯蔵槽82によって、精留塔81が予冷された状態となっていることから、スタートアップ時間を短縮することもできる。図において、86は圧縮空気供給通路、87は空素ガス取出通路、88は分離器89内の気化液体空気を両熱交換器83、84に送る通路である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記装置では、空気圧縮機および吸着塔を収容する収容函の設置場所については、全く示されていない。このような収容函は、通常、真空保冷函80の横側空間に並設されており、このため、装置全体として横側部に広いスペースをとるという問題がある。しかも、上下に2分割された

熱交換器 83, 84 が大形であるため、保冷缶 80 が横側部にさらに広いスペースをとるようになる。

【0006】この発明は、このような事情に鑑みなされたもので、設置スペースを極端に小さくすることができるとともに、熱交換器を小形化することのできる高純度空素ガス製造装置の提供をその目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、この発明の高純度空素ガス製造装置は、外部より取り入れた空気を圧縮する空気圧縮手段と、この空気圧縮手段によって圧縮された圧縮空気中の炭酸ガスと水とを除去する除去手段と、この除去手段を経た圧縮空気を超低温により冷却する第1および第2の熱交換器と、上記除去手段を経た圧縮空気を第1の熱交換器に導入する導入路と、この導入路から分岐しこの導入路内の圧縮空気の一部を第2の熱交換器に導入する分岐路と、上記両熱交換を経出し超低温に冷却され合流された圧縮空気の一部を液化して内部に溜め空素のみを気体として保持する精留塔と、この精留塔の上部側に滞留させた空素ガスの一部を製品空素ガスとして取出す空素ガス取出路と、上記精留塔の上部に設けられた凝縮器内蔵型の分縮器と、上記精留塔と上記凝縮器とを連通する逆流路と、上記精留塔の底部の貯溜液体空気を凝縮器冷却用の寒冷源として上記分縮器に送給する供給路と、上記分縮器内の液体空気を圧縮空気冷却用の寒冷源として上記第2の熱交換器に案内する案内路と、液体空素を貯蔵する液体空素貯蔵手段と、この液体空素貯蔵手段内の液体空素を圧縮空気液化用の寒冷源として上記精留塔に導く液体空素導入路を備え、縦長に形成された上部真空室とその下側に設けられた下部室とからなるガス製造塔を設け、上記液体空素貯蔵手段と精留塔と両熱交換器をそれぞれ縦長に形成し、上記下部室に上記空気圧縮手段と除去手段を収容し、上記上部真空室に上記液体空素貯蔵手段と精留塔と両熱交換器を収容したという構成をとる。

【0008】

【作用】すなわち、この発明の高純度空素ガス製造装置は、液体空素貯蔵手段と精留塔と両熱交換器をそれぞれ縦長に形成し、ガス製造塔の下部室に空気圧縮手段と除去手段を収容し、縦長に形成されたガス製造塔の上部真空室に液体空素貯蔵手段と精留塔と両熱交換器を収容している。したがって、装置全体が縦長の構造になり、横側部にスペースをあまりとらず、設置スペースを大幅に狭くすることができる。また、熱交換器を2個用い、一方の熱交換器(第2の熱交換器)を通る圧縮空気の冷却用の寒冷源として、分縮器内の液体空気を利用していいる。また、上部真空室に断熱材としてパーライトを充填する場合には、上部真空室の断熱が真空による断熱とパーライトによる断熱とを併用して行うことができ、効率のよい断熱が可能となる。また、液体空素貯蔵手段に第2の熱交換器が近接して配設されている場合には、上記

第2の熱交換器を通る圧縮空気の冷却用の寒冷源として、分縮器内の液体空気を利用するだけでなく、液体空素貯蔵手段内の超低温の液体空素の冷熱をも有効に利用できる。したがって、上記第2の熱交換器内の圧縮空気を強力に冷却することができ、その分だけ第2の熱交換器を小形化することができるようになる。このため、上部真空室をさらに小形化して、設置スペースをさらに小さくすることができるようになる。

【0009】つぎに、この発明を実施例にもとづいて詳しく説明する。

【0010】

【実施例】

【0011】図1および図2は、この発明の一実施例を示している。これらの図において、1は空素ガス製造塔であり、下部室2と縦長に形成された上部真空室3とを備えている。上記下部室2内には、2個の空気圧縮機11, 12(一方の空気圧縮機12は隠れて見えない)と2個のドライヤー13, 14(両方とも隠れて見えない)と2個1組の吸着塔17および電気ヒータ18(隠れて見えない)等が配設されている。この下部室2には、図3および図4に示すように、複数の扉4が閉開自在に取付けられており、扉4に空気取入口5が形成されているとともに、計器類(図示せず)の表示を確認する覗き窓6が設けられている。また、この下部室2には、図5に示すように、その天井壁の一隅部に加圧器47が立設されている。一方、上部真空室3内には、図6に示すような位置に、精留塔25と、この精留塔25とは別体に作製された凝縮器内蔵型の分縮器32と、第1および第2の熱交換器21, 23と、液体空素貯槽28および導入パイプ29(図示せず)が配設されている。すなわち、上部真空室3内の左側寄り部分の上側に凝縮器内蔵型の分縮器32が、下側に精留塔25がそれぞれ同心状に配設され、右側部分に液体空素貯槽28が配設されている。また、第1の熱交換器21が精留塔25の前方に配設され、第2の熱交換器23が液体空素貯槽28の近接部分に配設されている。このような精留塔25と液体空素貯槽28および第1, 第2の熱交換器21, 23はそれぞれ縦長に形成されている。また、この上部真空室3には、その内部を満たすようにしてパーライトが充填されており、その背部にバックアップ系ライン40の蒸発器42が取付けられている。

【0012】上記のように空素ガス製造塔1に収容された高純度空素ガス製造装置の構成を詳しく説明する。図7において、11, 12は容量の異なる空気圧縮機、13, 14はドライヤー、17は2個1組の吸着塔である。21は第1の熱交換器であり、上記吸着塔17により水分および炭酸ガスが吸着除去された圧縮空気が、圧縮空気供給パイプ(導入路)22を経て送り込まれ、熱交換作用により超低温に冷却される。23は第2の熱交換器であり、上記圧縮空気供給パイプ22から分岐した

分岐パイプ 2 1 により、水分および炭酸ガスの吸着除去された圧縮空気が送り込まれる。この第 2 の熱交換器 2 3 に送り込まれた圧縮空気も熱交換作用により超低温に冷却され、ついで上記第 1 の熱交換器 2 1 で冷却された超低温圧縮空気に合流される。2 5 は精留塔であり、第 1 および第 2 の熱交換器 2 1, 2 3 により超低温に冷却され合流パイプ 2 6 を経て送り込まれる圧縮空気をさらに冷却し、その一部を液化し液体空気 2 7 として底部に溜め、窒素のみを気体状態で取り出すようになっている。この精留塔 2 5 の天井部には、液体窒素溜め 2 5 a が設けられ、そこに、液体窒素貯槽 2 8 から液体窒素が導入パイプ 2 9 を介して送り込まれる。送入された液体窒素は、上記液体窒素溜め 2 5 a から離れて精留塔 2 5 内を下方に流下し、精留塔 2 5 の底部から上昇する圧縮空気と向流的に接触し冷却してその一部を液化するようになっている。

【0013】すなわち、この過程で、圧縮空気中の高沸点成分（酸素分）が液化されて精留塔 2 5 の底部に溜り、低沸点成分の窒素ガスが精留塔 2 5 の上部に溜る。3 0 は精留塔 2 5 の上部に溜った窒素ガスを製品窒素ガスとして取り出す取出しパイプで、超低温の窒素ガスを第 1 の熱交換器 2 1 内に案内し、そこに送り込まれる圧縮空気と熱交換させて常温にメインパイプ 3 1 に送り込む作用をする。3 2 は凝縮器 3 3 内蔵型の分離器で、上記凝縮器 3 3 に、精留塔 2 5 の天井部に溜る窒素ガスの一部が第 1 の還流液パイプ 3 4 を介して送り込まれて液化し、第 2 の還流液パイプ 3 5 を経て上記導入パイプ 2 9 内の液体窒素に合流するようになっている。上記分離塔 3 2 内は、精留塔 2 5 内よりも減圧状態になっており、精留塔 2 5 の底部の貯留液体空気 2 7 が膨脹弁 3 7 付きパイプ 3 8 を経て送り込まれ、気化して分離器 3 2 の内部温度を液体窒素の沸点以下の温度に冷却するようになっている。この冷却により、精留塔 2 5 から第 1 の還流液パイプ 3 4 を介して凝縮器 3 3 内に送り込まれた窒素ガスが液化し、前記のように導入パイプ 2 9 内の液体窒素に合流する。2 5 b は第 1 の液面指示調節計であり、精留塔 2 5 内の液体空気の液面を所定レベルに保とうにその液面に応じて弁 2 9 a を制御し、液体窒素貯槽 2 8 からの液体窒素の流量を制御する。3 6 は第 2 の液面指示調節計であり、分離塔 3 2 内の液体空気の液面を一定レベルに保とうにその液面に応じて膨脹弁 3 7 を制御し、精留塔 2 5 内の液体空気の気化量を制御する。4 0 はバックアップ系ラインであり、空気圧縮系ラインが故障したとき弁 4 1 を開き、液体窒素貯槽 2 8 内の液体窒素を蒸発器 4 2 により蒸発させてメインパイプ 3 1 に送り込み、窒素ガスの供給がとだえることのないようにしている。4 3 は放出弁であり、不純物分析計（図示せず）によりメインパイプ 3 1 に送り出される製品窒素ガスの純度を分析し、その純度の低いときは製品窒素ガスを外部に逃気する作用をする。4 4 は分離器 3 2 内の液

体空気中のハイドロカーボンや二酸化炭素の混入を防止するために液体空気を第 2 の熱交換器 2 3 に案内する案内パイプであり、第 2 の熱交換器 2 3 に送り込まれる圧縮空気と熱交換してこれを超低温に冷却したのち大気に放出される。4 5 は分離器 3 2 の上部に溜った窒素分を廃棄素ガスとして取り出す廃棄素ガス取出パイプで、上記廃棄素ガスを第 1 の熱交換器 2 1 に案内してその冷熱により原料空気を超低温に冷却し、統いてその一部を放出パイプ 4 6 から直接大気に放出する。4 7 は加圧器であり、液体窒素貯槽 2 8 内の液体窒素の使用により、液体窒素貯槽 2 8 内の上部ガス空間の圧力が低下しないよう、液体窒素貯槽 2 8 内の液体窒素の一部を蒸発させて上記上部ガス空間に送るようしている。4 9 は供給弁であり、この供給弁 4 9 を作動させて製品窒素ガスを送る。

【0014】この装置は、つぎのようにして製品窒素ガスを製造する。すなわち、製品窒素ガスの需要量に応じた空気圧縮機 1 1, 1 2 を選択し、この選択された空気圧縮機 1 1, 1 2 により空気を圧縮し、この圧縮された空気をドライヤー 1 3, 1 4 により空気中の水分を除去し、その状態で吸着塔 1 7 に送り込み水分および炭酸ガスを吸着除去する。ついで、水分および炭酸ガスが吸着除去された圧縮空気の一部を、圧縮空気供給パイプ 2 2 を経由させ第 1 の熱交換器 2 1 内に送り込んで超低温に冷却するとともに、残部を分岐パイプ 2 4 を経由させ第 2 の熱交換器 2 3 に送り込んで超低温に冷却し、両者を合流させて合流パイプ 2 6 を経て精留塔 2 5 の下部内に投入する。ついで、この投入圧縮空気を、液体窒素貯槽 2 8 から導入パイプ 2 9 を経由して精留塔 2 5 内に寒冷源として送り込まれた液体窒素および液体窒素溜め 2 5 a からの溢流液体窒素と向流的に接触させて冷却し、その一部を液化して精留塔 2 5 の底部に液体空気 2 7 として溜める。この液体空気 2 7 を分離器 3 2 内に送り込み凝縮器 3 3 を冷却させる。この冷却により、精留塔 2 5 の上部から凝縮器 3 3 に送り込まれた窒素ガスが液化し、還流液となり第 2 の還流液パイプ 3 5 を経て液体窒素溜め 2 5 a に戻る。そして、上記のように精留塔 2 5 内において、投入された圧縮空気と溢流液体窒素とを接触させて冷却する過程において、窒素と酸素の沸点の差（酸素の沸点 -183°C, 空気の沸点 -196°C）により、圧縮空気中の高沸点成分である酸素が液化して流下し、窒素が気体のまま精留塔 2 5 の上部に残る。ついで、上記気体のまま残った窒素ガスを取出パイプ 3 0 から取り出して第 1 の熱交換器 2 1 に送り込み、常温近くまで昇温させメインパイプ 3 1 から超高純度の製品窒素ガスとして送り出す。

【0015】5 0 は放出パイプ 4 6 の先端から分岐した分岐パイプで、吸着剤の再生のための加熱工程では、弁 5 4, 5 6, 6 3 を開き弁 5 5, 5 7, 6 2 を閉じ（このとき、弁 5 9, 6 0 を開け弁 5 8, 6 1 を閉じ、圧縮

空気の流路を構成する)、放出パイプ4 6内の廃空素ガスの一部を電気ヒータ1 8に案内して昇温させ、ついでパイプ5 2を経由し、2個1組の吸着塔1 7のうち再生側のもの(左側の吸着塔1 7)のなかに送り込み、吸着剤の再生を行うようになっている。このように吸着塔1 7は2個1組となっており、各弁5 4～6 3操作によつて、一方の吸着塔1 7が吸着作動しているときは、他方の吸着塔1 7は上記常温廃空素ガスで再生される。5 3は再生を終えた廃空素ガスを大気に放出する放出パイプである。また、加熱後の冷却工程において、弁5 5、5 6、6 3を開き弁5 4、5 7、6 2を閉じ、放出パイプ4 6内の廃空素ガスの一部をパイプ5 2を経出し、再生側のもの(左側の吸着塔1 7)のなかに送り込み、モレキュラーシーブ、アルミナ等の吸着剤を冷却し、使用済みの廃空素ガスを放出するということが行われ、これによつてモレキュラーシーブ等の再生が完了する。2個1組の吸着塔1 7はこのようにして交互に再生され使用される。

【0016】また、上記吸着塔1 7の吸着塔本体6 5は、図8および図9に示すように、耐圧部材からなる外殻6 6および吸着剤が配設された内殻6 7からなる二重殻構造に構成されている。上記外殻6 6は、円筒状中央部6 6 aとドーム状天井部6 6 bと逆ドーム状底部6 6 cを備えており、上記ドーム状天井部6 6 bおよび逆ドーム状底部6 6 cの中央に穿設された丸穴の周縁からフィルター挿通用筒部6 8 a、6 8 bが垂設されている。一方、上記内殻6 7は、その内部空間が、モレキュラーシーブ等の吸着剤6 9を有するガス通路7 0に形成されており、円筒状中央部6 7 aとドーム状天井部6 7 bと逆ドーム状底部6 7 cを備えている。そして、上記ドーム状天井部6 7 bの中央に穿設された丸穴の周縁からフィルター挿通用筒部7 1が立設され、このフィルター挿通用筒部7 1の上端部が外殻6 6の内周面に溶接により一体的に取付けられている。また、上記内殻6 7には、その逆ドーム状底部6 7 cの中央にガス入口側フィルター7 2の外径よりも大径に形成された中央穴7 3が形成されており、この中央穴7 3の内周面とガス入口側フィルター7 2の外周面との間に形成される隙間が連通部7 4に形成されている。このような外殻6 6と内殻6 7は略相似形に形成されており、これにより、外殻6 6の内周面と内殻6 7の外周面との間に形成される略一定幅の空間が断熱空間7 5に形成されている。7 6は左右一対のスペーサーであり、その外周面が外殻6 6の内周面に溶接により取付けられているとともに、その内周面が内殻6 7の外周面に当接しており、これにより内殻6 7の左右方向の振れを防止している。図において、7 7はガス出口側フィルター、7 8は接続管、7 9は支持部材である。

【0017】上記のような装置において、従来例の吸着塔(図10に示すような、圧力容器9 0からなる周壁の

外周面に、ロックウールからなる断熱材9 1が取付けられているもの)と、この実施例の吸着塔1 7を用い、吸着剤を180°Cで加熱再生する場合に必要な熱量を計測した。この場合に、従来例の吸着塔に関しては、塔径を600mmに、塔の外壁の厚みを6mmに、塔長を1524mmに、外壁の材質をSS400に、鏡体部を2:1EDにそれぞれ設定した。また、断熱材の材質としてロックウールを用い、その厚みを75mmに、密度を200kg/m³に設定した。一方、この実施例の吸着塔1 7に関しては、内殻6 7の塔径を600mmに、厚みを2mmに、塔長を1524mmに、材質をSS400に、鏡体部を2:1EDにそれぞれ設定し、外殻6 6の塔径を650mmに、厚みを6mmに、塔長を1580mmに、材質をSS400に、鏡体部を2:1EDにそれぞれ設定した。また、吸着剤として、モレキュラーシーブを用いた。このような吸着塔における吸着剤、外壁、断熱材、内外両殻6 6、6 7の重量、加熱温度、比熱、放熱量、加熱時間および加熱必要熱量を表1(従来例の吸着塔)および表2(この実施例の吸着塔)に示す。表1および表2に示される加熱必要熱量は、下記の式1(従来例の吸着塔)および式2(この実施例の吸着塔)により算出した。なお、表1および表2において、比熱の単位(※1)は、kcal/kg·°Cであり、表2において、伝熱係数(※2)の単位は、3.1kcal/m²·hr·°Cである。

【0018】

【表1】

重量 (kg)	吸着剤 w1	275
	外壁 w3	135
	断熱材 w4	51
加熱温度 (°C)	吸着剤 Δt_1	180-30=150
	外壁 Δt_3	180-30=150
	断熱材 Δt_4	(180+30)/2-30=75
比熱 (※1)	吸着剤 c1	0.22
	外壁 c3	0.11
	断熱材 c4	0.2
加熱必要熱量 (kcal)		12068

【表2】

重量 (kg)	吸着剤 w1	275
	内殻 w2	45
	外殻 w3	152
加熱温度 (°C)	吸着剤 Δt_1	$180 - 30 = 150$
	内殻 Δt_2	$180 - 30 = 150$
	外殻 Δt_3	$50 - 30 = 20$
比熱 (kJ/kg)	吸着剤 c1	0.22
	内殻 c2	0.11
	外殻 c3	0.11
放熱量 q (kcal/Hr)	219 (※2)	
加熱時間 T (Hr)	1.77	
加熱必要熱量 (kcal)	10540	

【0020】

【式1】 $w_1 \cdot \Delta t_1 \cdot c_1 + w_3 \cdot \Delta t_3 \cdot c_3 + w_4 \cdot \Delta t_4 \cdot c_4$

【0021】

【式2】 $w_1 \cdot \Delta t_1 \cdot c_1 + w_2 \cdot \Delta t_2 \cdot c_2 + w_3 \cdot \Delta t_3 \cdot c_4 + q \cdot T$

【0022】 上記表1および表2により明らかのように、従来例の吸着塔に比べ、この実施例の吸着塔の方が再生工程においてかなり有利（略13%の効率向上になる）であることがわかる。

【0023】 このように、上記塔1の上部真空室3内に、第1および第2の熱交換器21, 23と精留塔25と分離器32および液体空素貯槽28を配設した場合には、従来のものと比べて、液体空素貯槽28をコールドボックスに供給するパイプが不用になり、ヒートリーケによるロスが大幅に低減できるうえ、液体空素貯槽28内の液体空素が極低温であるため精留塔25等のヒートリーケも減少し、その分液体空素の使用量が減少する。しかも、上記塔1が縦長に形成されているため、側方のスペースをとらない。さらに、停止後のスタートアップ時間を短縮することができる。例えば、24時間停止後にスタートアップする場合に、従来（液体空素貯槽28別筐型）では約3時間要していたのに対し、この実施例では30分程度で済む。そのうえ、液体空素貯槽28が

縦長に形成され、塔1の上端部から下端部にわたって配設されているため、液体空素貯槽28内の超低温の液体空素が冷媒として作用し、塔1内を高さ方向の全体にわたって均一に冷却するという効果がある。特に、第2の熱交換器23が液体空素貯槽28の近傍に配設されているため、上記冷媒の作用により第2の熱交換器23が有効に冷却されて、この第2の熱交換器23による圧縮空気の冷却が効率良く行える。そのうえ、この第2の熱交換器23が第1の熱交換器21より小形であり、その分熱容量が小さいため、液体空素貯槽28に熱的影響を及ぼさない。

【0024】 また、吸着塔17は、その吸着塔本体65が二重殻構造に構成されており、この二重殻構造の外殻66と内殻67間の空間に空気層からなる断熱空間75を形成している。したがって、従来のように外壁の外周部にロックウール等の断熱材からなる断熱層91を設けたものと比べて、吸着剤の再生のための加熱工程において大きな熱量を必要としない。また、加熱された外殻66や断熱空間の熱量が少なく、再生された吸着剤の冷却工程においてもこれを長時間冷却する必要もない。したがって、再生加熱工程の加熱効率の削減や加熱・冷却時間の短縮が可能になる（例えば、180°Cで加熱再生する場合に、13%の再生時間の短縮となる）。特に、耐圧部材の肉厚が厚いものには、非常に有効である。さらに、大気温度以上の流体や水分を多く含む流体に対する吸着工程においても、放熱しやすく、吸着塔内温度上昇を抑えることができ、吸着剤の性能（吸着容量等）を向上させることができる。そのうえ、連通部74がガス通路70のガス入口に設けたフィルター72の周囲に形成されているため、上記断熱空間75が空気中の不純ガス分の捕獲部として作用する。そして、これら捕獲された不純ガス分がガス通路70に流入してきた空気とともにガス出口側に流れても吸着剤で除去される。そのうえ、下部室2内に空気を取り入れるため、扉1に空気取入口5を設けている。したがって、従来例のように、ダクトを設けて空気を取り入れるようにしたものと比べて、構造が簡単になる。

【0025】 なお、上記実施例では、精留塔25として棚段式のものを用いているが、これに限定するものではなく、図11および図12に示すような充填物パック48が充填された充填式のものを用いるようにしてもよい。この充填物パック48は、ステンレス等の金属製の波状板48aを所定間隔を開けて交互に斜め方向に向くように積層したものであり、精留塔25内には複数個の充填物パック48が、波状板48aの積層方向（矢印で示す）が交互に直交するように積層されている。このような充填物パック48を用いることで、運転時の精留塔25内での圧力損失を小さくするようにしている。

【0026】 【発明の効果】 以上のように、この発明の高純度空素ガ

11

ス製造装置によれば、液体空素貯蔵手段と精留塔と両熱交換器をそれぞれ縦長に形成し、ガス製造塔の下部室に空気圧縮手段と除去手段を収容し、縦長に形成されたガス製造塔の上部真空室に液体空素貯蔵手段と精留塔と両熱交換器を収容しているため、スタートアップ時間を短縮することができ、しかも装置全体が縦長の構造になり、横側部にスペースをあまりとらず、設置スペースを大幅に狭くすることができる。また、熱交換器を2個用い、一方の熱交換器(第2の熱交換器)を通る圧縮空気の冷却用の寒冷源として、分離器内の液体空気を利用している。また、上部真空室に断熱材としてパーライトを充填する場合には、上部真空室の断熱が真空による断熱とパーライトによる断熱とを併用して行うことができ、効率のよい断熱が可能となる。また、液体空素貯蔵手段に第2の熱交換器が近接して配設されている場合には、上記第2の熱交換器を通る圧縮空気の冷却用の寒冷源として、分離器内の液体空気を利用するだけでなく、液体空素貯蔵手段内の超低温の液体空素の冷熱も有效地に利用できる。したがって、上記第2の熱交換器内の圧縮空気を強力に冷却することができ、その分だけ第2の熱交換器を小形化することができるようになる。このため、上部真空室をさらに小形化して、設置スペースをさらに小さくすることができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例を示す窒素ガス製造塔の斜視図である。

【図2】上記塔の要部断面図である。

【図3】上記塔の正面図である。

【図4】上記塔の背面図である。

【図5】上記塔の平面図である。

10

30

【図6】上記塔の上部真空室の説明図である。

【図7】上記塔に収容された高純度空素ガス製造装置の構成図である。

【図8】吸着塔の縦断面図である。

【図9】上記吸着塔の拡大横断面図である。

【図10】従来例の吸着塔を示す縦断面図である。

【図11】精留塔に用いる充填物パックの説明図である。

【図12】上記充填物パックの拡大説明図である。

【図13】従来例の真空保冷面の断面図である。

【符号の説明】

1 窒素ガス製造塔

2 下部室

3 上部真空室

11, 12 空気圧縮機

17 吸着塔

21 第1の熱交換器

22 圧縮空気供給パイプ

23 第2の熱交換器

24 分岐パイプ

25 精留塔

28 液体窒素貯蔵槽

29 導入パイプ

30 取出パイプ

32 分離器

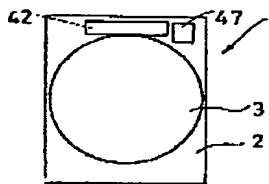
33 凝縮器

34 第1の還流液パイプ

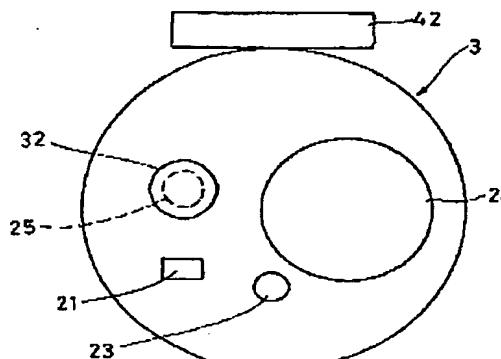
35 第2の還流液パイプ

44 案内パイプ

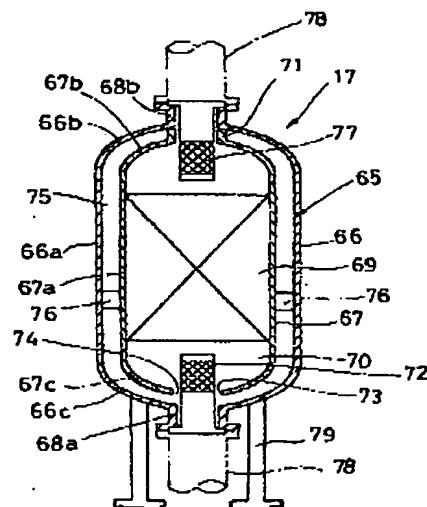
【図5】



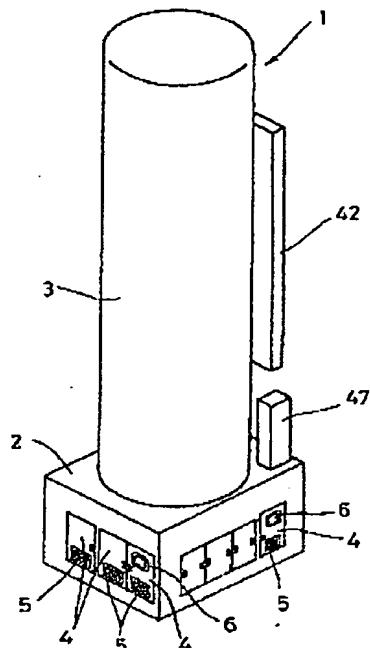
【図6】



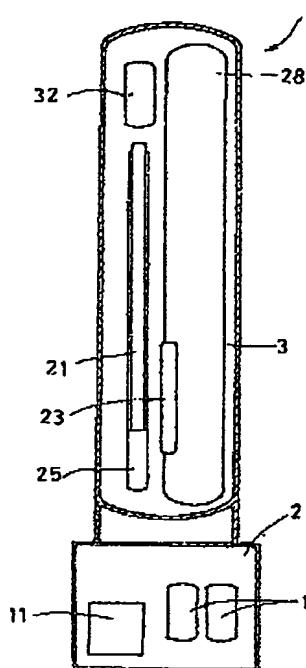
【図8】



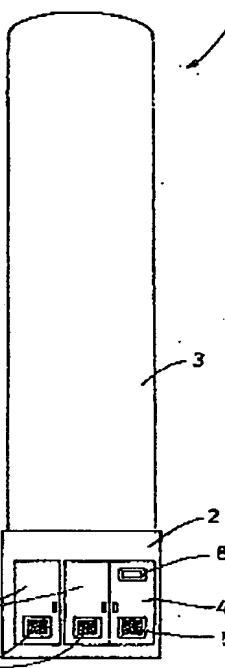
【図1】



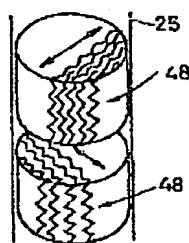
【図2】



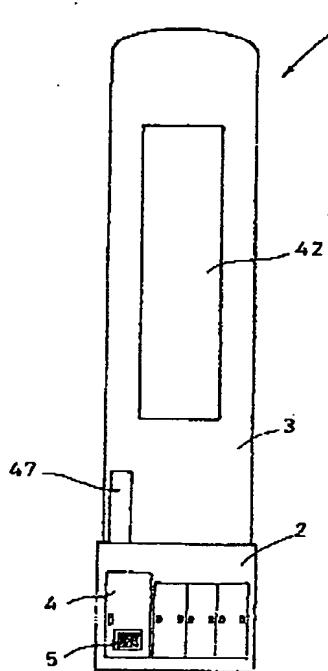
【図3】



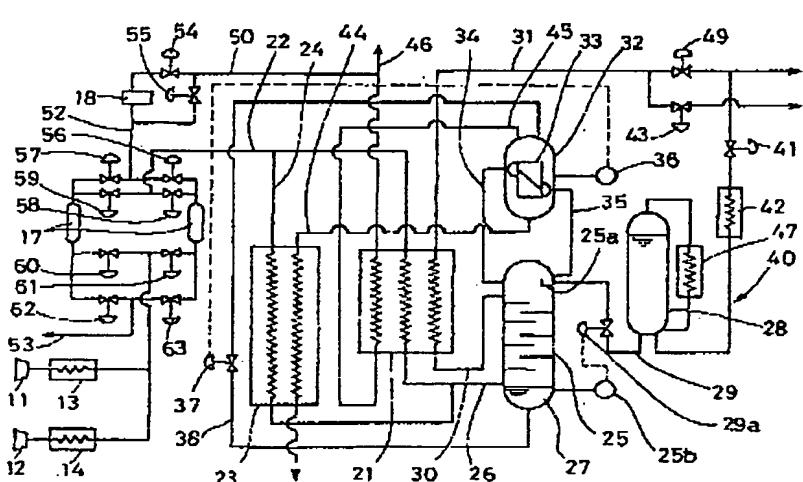
【図11】



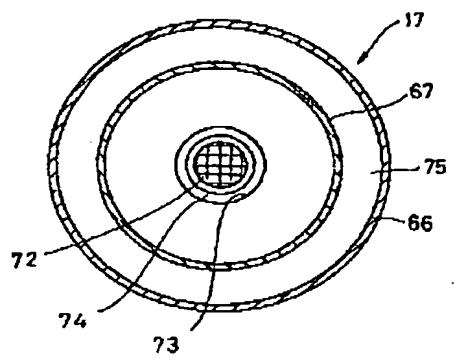
【図4】



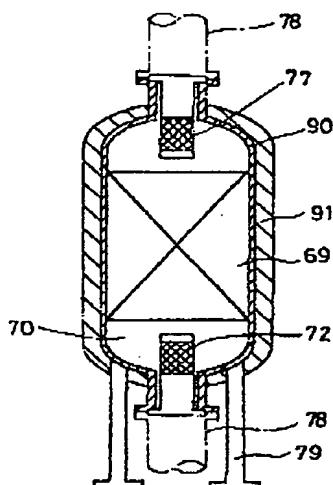
【図7】



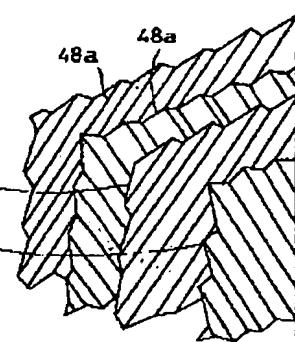
【図9】



【図10】



【図12】



【図13】

